

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 特許公報 (B2)

(11)特許番号

第2764696号

(45)発行日 平成10年(1998)6月11日

(24)登録日 平成10年(1998)4月3日

(51)Int.Cl.<sup>®</sup>

E 02 D 31/08  
3/00

識別記号

101

F I

E 02 D 31/08  
3/00

101

請求項の数3(全5頁)

(21)出願番号 特願平6-230802

(22)出願日 平成6年(1994)8月31日

(65)公開番号 特開平8-74281

(43)公開日 平成8年(1996)3月19日

審査請求日 平成8年(1996)4月23日

(73)特許権者 593133958

竹宮 宏和

岡山県岡山市津島本町15番23号

(73)特許権者 591041727

アイサワ工業株式会社

岡山県岡山市表町一丁目5番1号

(73)特許権者 394006059

岩水開発株式会社

岡山県岡山市福吉町18番18号

(73)特許権者 000173784

財団法人鉄道総合技術研究所

東京都国分寺市光町2丁目8番地38

(72)発明者 竹宮 宏和

岡山県岡山市津島本町15番23号

(74)代理人 弁理士 山上 正晴

審査官 深田 高義

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 制振及び液状化防止の地盤固結工法

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 振動を発する又は振動を受ける基礎構造物の下方或いは周囲の地中若しくは内部に、地盤固結工法により周辺地盤より高強度の固結地盤を造成し、固結地盤の上層の土被り部を、固結地盤より低強度で改良する制振及び液状化防止の地盤固結工法。

【請求項2】 固結地盤を、鉛直方向に複数段に造成する請求項1の制振及び液状化防止の地盤固結工法。

【請求項3】 固結地盤を、柱状の固結体の複数で造成する請求項1又は2の制振及び液状化防止の地盤固結工法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、例えば、プレス機等を設置した基礎構造物や鉄道構造物などの周辺の地表面

2

への振動伝播の抑制、及び振動の伝播による、基礎構造物に設置された建物等の構造物の振動を抑制し、地盤の液状化を防止するための工法に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、機械振動や交通振動によって構造物周辺への振動障害が多発しており、振動障害を防ぐ対策が強く望まれている。とくに軟弱地盤上の杭基礎の場合、振動が軟弱層内へ伝播されてその周辺の地表面への影響が大きく、又表層地盤の卓越振動が誘発されることもある。さらに軟弱地盤が地震や他の振動によって液状化して、構造物に大きな被害を及ぼすことがあり、液状化防止の対策も要望されている。

【0003】 振動障害を防止する一方法として、振動を発する基礎構造物の周囲にトレーニチを設ける場合がある。しかしこの方法では、完全なトレーニチを保持するこ

3

とは実際には不可能なため、土留や支保部材を設置する必要があるが、土留などによって制振効果が減少するうえ、トレーンチ部分の土地利用ができなくなる欠点がある。

【0004】又、剛性の高い地中鉛直壁を、振動を発する基礎構造物の周囲に設置する方法もある。しかしこの方法も、水道管などの地下埋設物への対策の必要や、コストが嵩むなどの欠点がある。

【0005】そこで本願出願人を含む者は、上記従来方法の欠点を解消するため、発明の名称を「埋設平板ブロックによる制振方法」として先に特許出願をした（特願平5-172363）。その特徴は、「振動を発する又は振動を受ける基礎構造物の直下或いは基礎構造物の周囲の地下に、周辺地盤より剛性の高い平板ブロックを設ける」ことにある。前記方法は、解析結果、試験結果から、平板ブロックが鉛直壁に比べて制振効果が高いことが判明した。

【0006】しかしながら前記方法では、高圧噴射攪拌工法を使用する場合は、土被りが少ないため注入圧により上部が乱れ、機械攪拌工法を使用する場合は、地表面より攪拌を行なうためやはり上部が乱れて、いずれの場合も土被り部の乱れを生ずる。その結果、地表面沈下の発生や、トラフィカビリティの確保が困難で作業性が悪い問題が生じた。

【0007】又、平板ブロックを一段のみ設置すると、とくに軟弱層が深い場合、下層部に対する振動抑制効果が少ない、即ち下層部の振動が大となって液状化が発生するおそれがあった。

#### 【0008】

【発明が解決しようとする課題】この発明が解決しようとする課題は、前記周辺地盤より剛性の高い平板ブロックを設けることにより生じる、土被り部の乱れを防止することと、さらには液状化を防止することにある。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】この発明の特徴は、振動を発する又は振動を受ける基礎構造物の下方或いは周囲の地中若しくは内部に、地盤固結工法により周辺地盤より高強度の固結地盤を造成し、固結体の上層の土被り部を、固結地盤より低強度で改良することにある。

【0010】固結地盤は、機械攪拌工法による地盤改良によって形成でき、又はセメント系混合地盤改良高圧噴射攪拌工法、薬液注入工法によっても形成できる。高強度とは、固結強度が $10\text{ K g/cm}^2$ 以上をいい、剪断波速度で周辺地盤の3~5倍以上である。又低強度とは、固結強度が $10\text{ K g}$ 以下で、周辺地盤強度と同程度をいう。

【0011】この固結地盤は、直接基礎が基礎構造物である場合、対象基礎構造物の下方或いはその周囲に全面的に設ける必要がなく、一段の固結地盤による地盤の改良率を、基礎幅と同程度以上の幅で30%程度としたと

4

きでも、制振効果を得ることができる。そして、固結地盤を複数の柱状の固結体列で造成する場合には、柱状固結体の中心間隔を、柱状固結体の外径の1.5倍程度に配置すると改良率は35%となる。

【0012】さらに、固結地盤は地表面から1.0m程度の深さから、厚み1.0m以上に造成する。固結地盤下方の地盤によっては、固結地盤が一段のみでも液状化防止の効果があるが、固結地盤の下方が深い軟弱地盤で、地震時や他の振動で液状化の危険がある場合には、固結地盤を鉛直方向に複数段設ける。

【0013】次にこの発明の制振効果を示す実験例を説明する。実験地には、地表面の下0.7~0.8mの範囲にN値0の軟弱な粘土が分布し、GL-12.0m付近よりN値50以上の砂礫が存在している。図1、図2で示すように、1は固結地盤、2は固結地盤1を構成する18本の柱状の固結体、4は固結地盤1の上層の土被り部3に造成された低強度体、5は基盤である。

【0014】機械攪拌工法により施工径800mmで、土被り部3を固結強度が $10\text{ K g}$ 以下の低強度の柱状の低強度体4を造成し、その下方約1mを固結強度が $20\sim30\text{ K g}$ 每平方cmの高強度として、固結体2を造成了。固結地盤1は、横5600mm、縦4400mm、厚さ1500mmである。

【0015】振動の発生は、ヒンジ構造のアーム（約70cm）の先端に取付けた重錘（約40Kg）による衝撃載荷とし、サーボ型速度計を用いた。波動伝播の測定は、固結地盤1の直上に設置したフーチング（図示せず）の中心を加振して、固結地盤の中心付近にある測点の地表面の速度応答を計測した。

【0016】制振の効果を図6、図7で示す。図6で横軸は時間（単位・秒）を、縦軸に振動の伝播速度（単位・cm/秒）をとる。図中Aは、本発明による地盤改良後の、又Bは地盤改良前の、それぞれ伝播速度の減衰曲線を表している。図7はフーリエスペクトルを示し、横軸に振動数（単位・Hz）を、縦軸にフーリエスペクトルをそれぞれとる。図中Aは地盤改良後を、Bは地盤改良前のフーリエスペクトルの、振動数との関係をそれぞれ示す。

【0017】この測定結果は、地盤改良前に比べて地盤改良後は約20~50%の振動抑制効果を發揮していることを示している。

【0018】なお、固結地盤を複数段配設した場合に、直接基礎では振動を発する基礎構造物の振動は、第1段目の固結地盤によって、それより上部の振動が或る程度抑えられる。しかし完全に抑えられるわけではなく、さらにその下方の第2段目の固結地盤へ伝播する。この振動は第2段目の固結地盤で或る程度抑えられ、第3段目の固結体へ伝播するが、第3段目の固結地盤で抑えられ、大きな制振効果を發揮する。

【0019】振動を受ける直接基礎の基礎構造物も、外

10

20

30

40

50

部からの振動は、第1段目の固結地盤によってその上層の振動が抑えられ、第1段目の固結地盤より下部に伝えられた振動は、第2段目、第3段目の固結地盤により抑えられる。

【0020】又、図4で示すような杭基礎の基礎構造物6の場合は、地表面より $1/\beta$  ( $\beta$ ・特性値) の範囲で変形が大きいが、直接基礎の場合と同じ原理で振動が抑えられる。

#### 【0021】

【実施例】図1及び図2は、機械攪拌工法により地盤改良を行う代表的実施例を示す。1は水平方向に1段に造成された固結地盤、2は柱状の固結体、4は土被り部3に造成された柱状の低強度体、5は基盤である。まず機械攪拌工法により施工径Dが800mmで、地表面から約1mの深さまでの土被り部3を、固結強度が10Kg以下の中強度体4で改良する。次いで土被り部3の下方を、深さ約1.5mまで引き続いて機械攪拌工法によって、固結強度が20~30Kg/cm<sup>2</sup>の高強度として、固結体2を造成する。

【0022】この実施例の場合、隣合う固結体2中心間の距離は1.5D、即ち約1200mmで、改良面積比率(基礎構造物6の面積に対する改良面積)は35%であるが、基礎構造物6の面積に応じて固結体2の数、即ち改良面積を設定する。又固結体2は、例えば図2中矢印aの方向へ振動が伝播する場合、その伝播を妨げるよう配置する。

【0023】図3は、地表面から基盤5までが比較的深く、しかも軟弱であって、地震時などに液状化するおそれのある場合に、制振とあわせて液状化を防止する目的の実施例を示す。機械攪拌工法により、第3段目の固結地盤1cを造成し、次いでその上方に第2段目の固結地盤1bを、最後に固結地盤1bの上方に第1段目の固結地盤1aを造成する。各それぞれ水平方向に造成された固結地盤1a~1cは、図1、図2の実施例と同様の柱状の固結体2で構成される。

【0024】なお、土被り部3及び上下の固結体1a~1b、1b~1c間は、機械攪拌工法で、前記実施例と同様に、固結地盤1a~1cより低強度に改良して、それぞれ低強度体4を造成する。又、土被り部3の深さは約1.1m、各固結地盤1a~1cの間隔は約2.3m、厚みは約1.2mであるが、これらの値は対象地盤

によって適宜選択でき、固結地盤の段数も、軟弱地盤の深さにより、適宜選択できる。

【0025】図4は基礎構造物6が杭基礎の場合の実施例を示し、図3の実施例と同様に、軟弱地盤が深く、制振とあわせて液状化を防止するものである。工法は図3の実施例と同様に、3段の環状の固結地盤1a~3cが造成されている。

【0026】図5は、例えば軌道用、堤防などの盛土構造物を基礎構造物6とした実施例を示す。この実施例では、横方向の長さが上段より下段が大きくなるよう、3段の固結地盤1a~1cが、基礎構造物6内に造成されている。

#### 【0027】

【発明の効果】土被り部を低強度改良したことにより、制振効果を損なうことなく、地表面沈下の防止とともにトラフィカビリティを確保できる。しかも大幅なコストの低減と工期の短縮が図られる。とくに実施例のように、改良面積比率を100%より少なくできるので、コスト低減、工期の短縮の効果が著しい。

【0028】複数段に固結地盤を設けることによって、地盤の液状化に対する十分な対策が図られるとともに、軟弱地盤全体の改良を必要としないので、大幅なコスト低減と工期の短縮が図られる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】1段の固結地盤を造成した状態の断面図である。

【図2】図1の平面図である。

【図3】3段の固結地盤を造成した状態の断面図である。

【図4】杭基礎の周囲に3段の固結地盤を造成した状態の断面図である。

【図5】盛土構造物内に3段の固結地盤を造成した状態の断面図である。

【図6】時間経過と振動の伝播速度との関係図である。

【図7】振動数とフーリエスペクトルとの関係図である

#### 【符号の説明】

1、1a、1b、1c 固結地盤

2 固結体

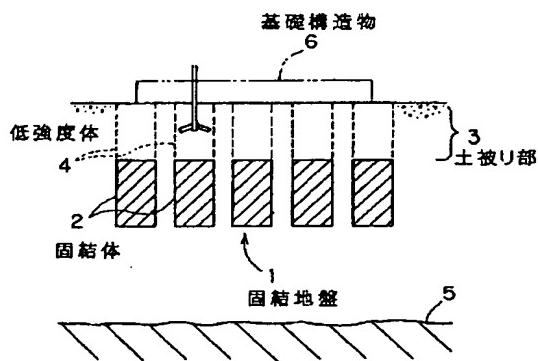
3 土被り部

4 低強度体

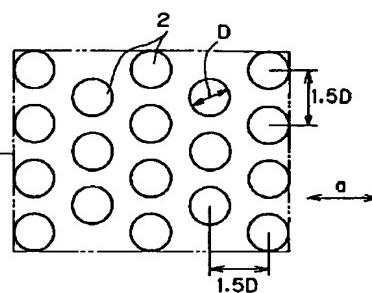
5 基盤

6 基礎構造物

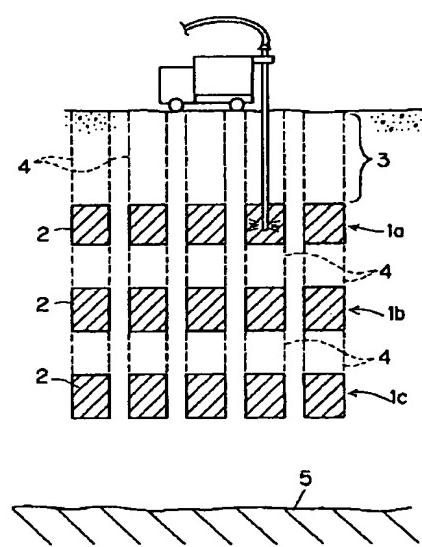
【図1】



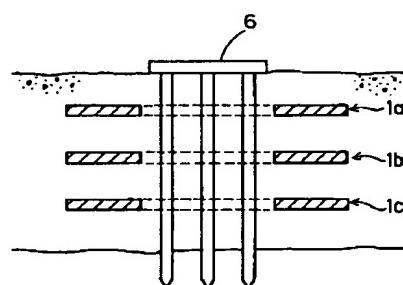
【図2】



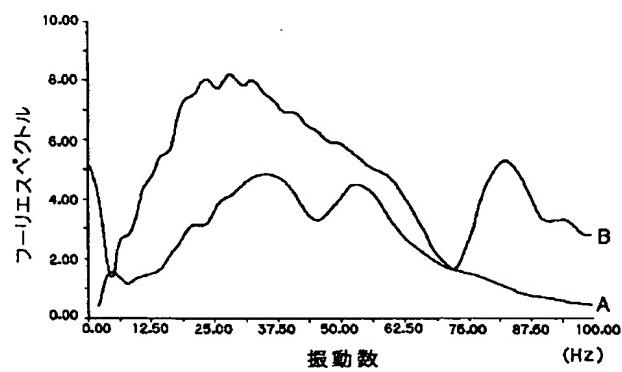
【図3】



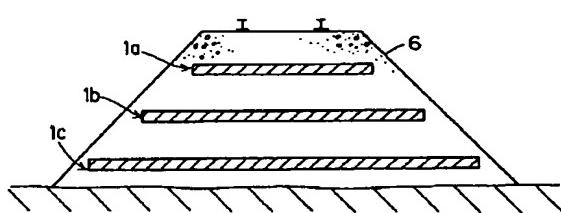
【図4】



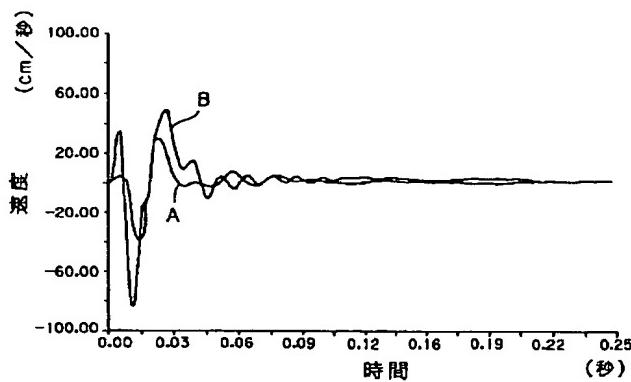
【図7】



【図5】



【図6】



## フロントページの続き

(72)発明者 成瀬 龍一郎  
岡山県岡山市惣川136番地の1

(72)発明者 橋本 光則  
岡山県岡山市津島新野2丁目2番20号

(56)参考文献 特開 昭60-159226 (J P, A)  
特開 平6-306847 (J P, A)  
特開 平7-138938 (J P, A)

## (58)調査した分野(Int.Cl.®, DB名)

E02D 31/08

E02D 3/00 101